

# 電波試験設備 コンパクトレンジシステム の改修・更新基本設計検討

## 目的

コンパクトレンジシステムが整備されて以来20年以上が経過しており、設備の老朽化やメーカー一般による部品枯渇等の課題が存在している。より精度の高いデータ取得し評価するためには本設備の改修・更新が急務である。設備の運用実績、試験ユーザーによる設備改善要望及び衛星の開発動向を踏まえつつ改修・更新の基本設計検討結果を報告するものとする。

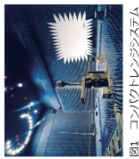


図1 コンパクトレンジシステム

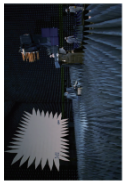


図2 試験の様子

## コンパクトレンジシステムの概要

### 概要

JAXAにおけるコンパクトレンジシステムは1GHz～94GHzの周波数帯域の電波試験を実施可能なシステムである。図3に示される機器から構成される。併設機はテストロボットシステム上に搭載され、併設機の大きさや試験ユーザーに沿った搭載方法が選択される。

### コンパクトレンジシステムの特色

限られたスペースで速方界領域を実現することが可能であるため、閉じられた空間に設置することができる。クリーンルーム内に設置した場合アンテナ単体での特性試験に加え、衛星本体を含めた機能試験（ハイロードテスト）が可能となる。

また、放射パターンとの直接的な計測により予備試験での時間短縮が可能となっている。

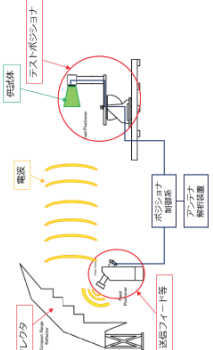


図3 コンパクトレンジシステムの概要

## 設備改善要望及び衛星開発動向

### 設備改善要望

JAXAコンパクトレンジシステム使用して手回機及びロケット（以下、「宇宙機等」）の電波試験を実施する場合、平均的に1つの試験あたり約2カ月の期間を必要としており、試験頻度は年々4回である。しかしながら、宇宙機等以外を対象とした試験も実施しているため、実情としては1年を通じた設備が稼働しているといえる。2か月の試験期間を必要とするのは、併設機のセッティング時間、一度に送信可能な電波の帯域がそれらを変換できるアンテナの数を制限する要因である。これらに制約を課すことにより多くの試験を実施することができ、宇宙機等の開発に貢献できるものと思われる。

### 衛星開発動向

衛星に搭載される通信アンテナやレーダーに割り当てられる周波数は利用目的別に国ごとに定められており、当該周波数そのものの動向を把握することは難しい。よって、衛星に搭載されるアンテナの実績を基に動向を把握するものとした。

<地上-衛星間通信>  
主にKu帯（12GHz～18GHz）、Ka帯（26GHz～40GHz）が使用されている。周波数枯渇が懸念されており、交差偏波識別度の向上や光衛星間通信の開発による対策が行われている。  
<衛星-衛星間通信>  
従来Ka帯が利用されてきたが、今後光通信へと移行する可能性が高い。  
<レーダー>  
使用用途によっては100GHzまでの周波数帯域が指定される。また、今後は更に200GHz程度の周波数の周波数の使用も可能性として存在している。

上記より、より周波数を有効活用できるアンテナ及び高周波数帯域で使用されるアンテナの開発が想定される。従って、後述の検討ではそれらの開発に対応可能な設備を提案する。

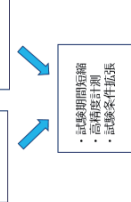


図4 改善要望及び開発動向を踏まえた検討を要する事項

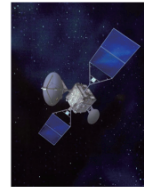


図5 テーザー地球衛星「はたけ」(DRIS)  
・運用期間中は24時間、1日1回以上、1回以上による観測データの収集を行っている。

## 検討内容

設備改善要望及び衛星開発動向を踏まえた検討事項を整理し、図6に示す。また、図6に示すように改修・更新計画は費用対効果の観点から短期的なものから長期的なものに分けられる。

### 短期的改修・更新基本設計（試験期間短縮）

作業工費や試験回数削減の削減について検討を実施した。大きな削減が図込まれるものとして、図6に示す3案が挙げられる。

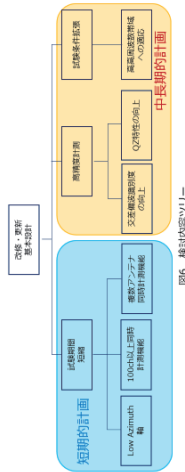


図6 検討内容ツリー

### 短期的改修・更新基本設計

【Low Azimuth編】  
主にアンテナ回転台へ併設機を設置する際の運用を想定している。現行のアンテナ回転台はJohanson社製のUpper Azimuth軸が標準とされている。また、図6に示すように改修・更新計画は費用対効果の観点から短期的なものから長期的なものに分けられる。

### 【高精度測定の向上】

周波数帯域の近い複数のアンテナが搭載された併設機を記録する場合に、現行の設備では複数のアンテナの同時計測には対応していないため、試験記録を差別する際に1つの周波数でのみ試験を行うのではなく、周波数の近隣の周波数も併せて取得しアンテナの帯域特性を解析する場合もある。現行の設備より同時に計測できる周波数を増やすことで、試験を複数回回で実施することが可能となる。

### 【100dB以上同時計測機能】

電波試験を実施する際に、周波数の近い複数のアンテナが搭載された併設機を記録する場合に、現行の設備では複数のアンテナの同時計測には対応していないため、試験記録を差別する際に1つの周波数でのみ試験を行うのではなく、周波数の近隣の周波数も併せて取得しアンテナの帯域特性を解析する場合もある。現行の設備より同時に計測できる周波数を増やすことで、試験を複数回回で実施することが可能となる。

## 中長期的改修・更新基本設計（高精度計測及び試験条件拡張）

高精度計測を行う上で必須となるのは、交差偏波識別度及びQZ特性の向上であり、試験条件拡張においては現状の高帯域対向周波数帯域より更に高い周波数に対応することが望まれる。

### 中長期的改修・更新基本設計

【交差偏波識別度の向上】  
交差偏波識別度には主に電波の反射方式（リフレクタの形状）が影響してくる。反射方式はシングルリフレクタとデュアルリフレクタの2種類が存在し、現行の設備はシングルリフレクタとなっている。デュアルリフレクタへと交換することにより100dB程度の交差偏波識別度の向上が図られる。

### 【QZ特性の向上】

QZ特性を向上させるためには、電波照度特性を改善する必要がある。試験の際にはリフレクタコアメータで電波だけを計測してはならず、室内で反射した電波（不要波）も試験に影響を与えるためである。また、不要波の影響を減らすために電波の反射率を向上させる必要がある。電波の反射率を向上させるには、電波の反射率を向上させる必要がある。電波の反射率を向上させるには、電波の反射率を向上させる必要がある。

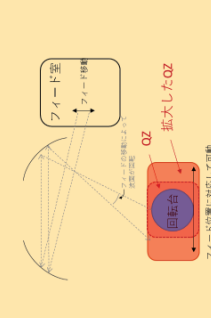


図7 稼働中衛星フィールドとデュアルリフレクタによるQZの拡大イメージ

【高周波数帯域への対応】  
設備で対応可能な周波数帯域はリフレクタの線形精度に依存している。そのため、現行より速かに高い周波数帯域で試験を実施するために、リフレクタを交換することが必要となる。リフレクタの交換により約100GHzまでの周波数帯域に対応することが可能となる。また、その場合には併せて計測系機器の対応も必須となる。現在、明確な高周波数帯域での試験計画は存在していないため、将来的な機能付加によって高周波数帯域に対応することが望まれる。

## 結論と今後の方針

現状の設備の運用実績、試験ユーザーの改善要望及び衛星の開発動向を考慮し検討した結果、短期的及び中長期的な改修・更新基本設計が整理され、重要課題として「試験期間の短縮」及び「試験条件の拡張」が識別された。今後は上記の基本設計を踏まえて改修・更新に着手するものとし、試験ユーザーの改善要望や衛星の開発動向も引き続きフォローし、必要な機能を設計へ反映する方針とする。